Année 1973 N°

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

XAVIER BICHAT

93

THESE

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Alain, Michel GRIMFELD

NE LE 22 FÉVRIER 1941 A LYON (3°)

Interne des Hôpitaux de Paris

Presentée et soutenue publiquement le 1973

INTERET DE LA SCINTIGRAPHIE PULMONAIRE DE PERFUSION CHEZ L'ENFANT. A PROPOS DE 80 OBSERVATIONS

PRESIDENT : MONSIEUR GERBEAUX, PROFESSEUR.

Editions de l'A.G.E.M.P.

8, Rue Dante - PARIS Ve

Année 1973 N°

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

XAVIER BICHAT

THESE

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Alain, Michel GRIMFELD

Né le 22 Février 1941 à LYON (3°)

Interne des Hôpitaux de Paris

Présentée et soutenue publiquement le 1973

INTERET DE LA SCINTIGRAPHIE PULMONAIRE DE PERFUSION CHEZ L'ENFANT. A PROPOS DE 80 OBSERVATIONS

PRESIDENT : MONSIEUR GERBEAUX, PROFESSEUR.

Editions de l'A.G.E.M.P.

8, Rue Dante - PARIS Ve

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

A la mémoire de mes Grands-parents.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544721_0027

A ma Mère

à qui je dois beaucoup.

A mon Epouse

en hommage à sa patience.

A mes Filles.

A mes Parents.

A mes Amis.

A Monsieur le Professeur GERBEAUX

qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.

Qui nous a chaleureusement accueilli dans son service, et qui nous a fait bénéficier de son enseignement en Pneumologie Infantile.

A Monsieur le Professeur ALAGILLE,

qui nous a fait découvrir la Pédiatrie sous un jour nouveau.

A Monsieur le Professeur LAPLANE,

A Monsieur le Professeur BRISSAUD,

qui nous ont conseillé et guidé.

A Monsieur le Docteur COUVREUR,

en témoignage de notre amitié et de notre considération.

A Madame le Docteur GAULTIER,

A Monsieur le Docteur TOURNIER,

A Monsieur le Progesseur Agrégé MENSCH

qui nous ont aidé au cours de la rédaction de ce travail.

A nos Maîtres d'Internat :

Monsieur le Docteur CHOUBRAC

Monsieur le Professeur PAYET

Monsieur le Professeur GERBEAUX

Monsieur le Professeur LESTRADET

Monsieur le Professeur BRISSAUD

Monsieur le Professeur ALAGILLE

Monsieur le Professeur LAPLANE

Monsieur le Professeur BRICOUT,

en témoignage de notre gratitude

et en gage de notre fidèlité.

A nos Maîtres d'Externat :

Monsieur le Professeur OLIVIER

Monsieur le Professeur SCHWOB in mémoriam

Monsieur le Professeur BLOCH-MICHEL

Monsieur le Professeur CHASSAGNE in mémoriam

Monsieur le Docteur SALET

Monsieur le Professeur MACREZ

Monsieur le Professeur MOZZICONACCI

A ceux qui nous ont enseigné tout au long de notre internat :

Monsieur le Professeur Agrégé ATTAL

Monsieur le Professeur Agrégé COULAUD

Monsieur le Professeur Agrégé FONTAINE

Madame le Docteur GEORGES - JANET

Monsieur le Professeur LASFARGUES

Monsieur le Porfesseur Agrégé ODIEVRE

Monsieur le Docteur REPESSE

Monsieur le Professeur Agrégé RICHARDET

en témoignage de notre gratitude et

de notre dévouement.

A ceux qui nous ont fait partager leurs connaissances et ont bien voulu nous offrir leur amitié :

Madame le Docteur BACULARD

Monsieur le Docteur BATTISTELLI

Monsieur le Docteur BAUDON

Monsieur le Docteur BEAUVAIS

Monsieur le Docteur BOUILLIE

Monsieur le Docteur COSTIL

Monsieur le Docteur DUPUY

Monsieur le Docteur GRUNBERG

Monsieur le Docteur HURAUX

Madame le Docteur PARIENTE

Monsieur le Docteur VAUDOUR

Monsieur le Docteur VEDRENNE

en témoignage de notre attachement.

PLAN

I - INTRODUCTION

A - BUT DE L'ETUDE.

B - RAPPEL DE PHYSIOLOGIE RESPIRATOIRE.

C - RAPPEL CONCERNANT LES EXPLORATIONS FONCTIONNELLES RESPIRATOIRES CHEZ L'ENFANT. PRINCIPES GENERAUX ET TECHNIQUE UTILISEE.

II - CARACTERES DES OBSERVATIONS ETUDIEES

A - NOMBRE DE CAS.

B - AGES.

C - SEXE.

D - DIAGNOSTICS.

III - COMPARAISONS ENTRE SCINTIGRAPHIE ET AUTRES EXPLORATIONS PNEUMOLOGIQUES

A - SCINTIGRAPHIE ET RADIOGRAPHIE SIMPLE DU THORAX.

B - SCINTIGRAPHIE ET ANGIOGRAPHIE.

C - SCINTIGRAPHIE ET BRONCHOGRAPHIE.

D - SCINTIGRAPHIE ET BRONCHOSCOPIE.

E - SCINTIGRAPHIE ET EPREUVES FONCTIONNELLES RESPIRATOIRES : CAPACITE VITALE ET COMPLIANCE PULMONAIRE.

F - SCINTIGRAPHIE ET IMPEDANCE.

G - SCINTIGRAPHIE ET GAZ DU SANG.

H - RESULTATS DE LA SCINTIGRAPHIE DANS QUELQUES AFFECTIONS.

IV - DISCUSSION.

V - CONCLUSIONS.

IV - BIBLIOGRAPHIE.

I - INTRODUCTION

A - LE BUT DE L'ETUDE :

L'objet de ce travail a été de comparer les données de la scintigraphie pulmonaire de perfusion à d'autres explorations de l'appareil respiratoire chez l'enfant puis d'analyser les résultats d'un point de vue diagnostique et pronostique, à partir d'une étude de 80 malades portant sur deux années.

Avant d'aborder le sujet proprement dit nous rappelerons quelques notions simples de physiologie respiratoire. Il paraît souhaitable aussi de souligner les limites de l'exploration fonctionnelle respiratoire chez l'enfant. Enfin pour une meilleure compréhension générale un court exposé sur la technique de scintigraphie de perfusion utilisée est indispensable.

B - RAPPEL DE PHYSIOLOGIE RESPIRATOIRE :

On doit entendre sous le terme de respiration, le phénomène cyclique des échanges gazeux, captation d'oxygène et rejet de gaz carbonique, au niveau des poumons et des tissus.

Au niveau des poumons, cette réaction est sous la dépendance de 2 mécanismes, la ventilation et la perfusion, et a pour résultat l'hématose (ou artérialisation du sang veineux pulmonaire). Toute perturbation de chacun des premiers va retentir sur la seconde.

1 - La ventilation a pour terme ultime la présence à l'intérieur des alvéoles d'un air suffisamment chargé en oxygène. Elle peut, de manière artificielle, se décomposer en deux parties :

a - La ventilation externe : elle se fait par l'ensemble cage thoracique - poumons dont les modification au cours du cycle respiratoire conduisent aux variations de volume pulmonaire ; l'inspiration est toujours un phénomène actif, la transmission se faisant de la cage thoracique aux poumons par l'intermédiaire de la cavité pleurale virtuelle, pour aboutir à la dilatation pulmonaire et à l'arrivée de l'air riche en oxygène au niveau des alvéoles ; l'expiration est habituellement un phénomène passif, sous la dépendance de l'élasticité pulmonaire, consuisant de nouveau l'ensemble cage thoracique-poumons à son niveau expiratoire de repos et aboutissant au rejet de l'excès de gaz carbonique dans l'air ambiant ; ce phénomène n'est actif que lors de l'expiration forcée.

b - La ventilation alvéolaire : c'est en fait la partie efficace de la mécanique ventilatoire, celle qui participe aux échanges gazeux, en apportant l'oxygène ; elle peut être définie ($\dot{V}A$) comme la différence entre la ventilation externe ($\dot{V}E$) et le produit du volume de l'espèce mort (VD) par la fréquence respiratoire (F) :

$$\mathring{V}A = \mathring{V}E - (F \times VD)$$

(l'espèce mort est l'ensemble des conduits aériens entre la bouche, le nez et les bronchioles : aucun échange ne se produit à ce niveau).

On voit immédiatement que lorsque la fréquence respiratoire et/ou l'espèce mort augmentent, toute chose étant égale par ailleurs, la ventilation alvéolaire diminue.

Le calcul de la ventilation alvéolaire est tout à fait réalisable mais difficile ; sur le plan pratique la mesure de la pression partielle et gaz carbonique du sang artériel ($PaCO_2$) en est un bon reflet.

A l'état normal la composition de l'air alvéolaire est donc relativement constante (environ 16 % d'O_2 et 4 % de CO_2).

Le mélange (ou mixique) qui se produit à chaque cycle à l'intérieur de l'alvéole devrait, de même, être uniforme pour tous les territoires pulmonaires. En fait, physiologiquement, certains groupes d'alvéoles sont moins ventilés que d'autres.

2 - Entre l'alvéole et le capillaire pulmonaires les échanges gazeux se font par <u>diffusion</u> à travers la "membrane" <u>alvéolo-capillaire</u>. Deux faits sont à retenir pour bien comprendre la physiopathologie des troubles de la diffusion :

a - Le CO_2 est 20 fois plus diffusible que l'O_2 en raison de sa plus grande solubilité.

b - La diffusion d'une certaine quantité de gaz est d'autant plus rapide que :

- le gradient de pression de part et d'autre de la membrane est plus grand,
- la surface de contact plus étendue,
- l'épaisseur du milieu intermédiaire plus mince,

- tout cela, bien entendu, pour une vitesse circulatoire donnée.

3 - La circulation pulmonaire doit être reprise plus en détails car c'est elle qu'on étudie par la scintigraphie de perfusion.

Elle comprend une pompe le ventricule droit, un système distributeur, les artères et artérioles pulmonaires, un système échangeur, les capillaires pulmonaires, enfin un système collecteur, les veinules et les veines pulmonaires.

A la différence de la circulation systémique, c'est un système circulatoire à basse pression et à faible résistance (sauf chez le coetus et ne nouveau-né). En effet la différence de pression entre l'artère pulmonaire principale (14 mm Hg) et l'oreillette gauche (5 mm Hg) est de 9 mm Hg. Elle représente la pression efficace totale d'amont en aval dans la circulation pulmonaire. Or la pression efficace dans la circulation systémique est de 90 mm Hg.

La résistance vasculaire est égale au rapport entre la pression efficace et le débit sanguin. Dans la circulation pulmonaire la résistance à l'écoulement vasculaire est 10 fois plus petite que dans la circulation systémique. La majeure partie de cette résistance se situe dans les capillaires ; le système veineux, lui, oppose une résistance faible.

Les conséquences de l'augmentation de la résistance vasculaire dépendent pour une part de son siège. Lorsque le système veineux est en cause, la pression augmente dans les capillaires et peut survenir un oedème pulmonaire : lorsqu'il s'agit du système artériel, la pression capillaire pulmonaire ne s'élève pas. Mais, quel que soit son piège, toute augmentation de la résistance vasculaire pulmonaire à pour conséquence une élévation de pression dans la ventricule droit.

Les causes de l'augmentation des résistances sont multiples ; nous citerons, à titre d'exemple, l'obstruction de la lumière

artérielle, la compression des vaisseaux, les lésions destructrices ou de la paroi vasculaire, la fermeture des petits vaisseaux en cas d'hypovolémie.

4 - Le rapport ventilation/perfusion est l'élément essentiel d'une hématose correcte. Chacune des fonctions doit être satisfaisante. Leur rapport est égal, pour les 2 poumons, à 0,85

$$\frac{\overset{\circ}{V}A}{Q} = 0,85$$

Mais il s'agit là d'un chiffre global. Le rapport varie d'un territoire à l'autre et suivant la position du sujet. Ainsi la force de la pesanteur est responsable d'un débit sanguin plus grand aux bases lorsque le sujet est debout ou assis. En revanche la perfutend à s'uniformiser lorsque le sujet est couché. De même la ventilation est plus importante aux bases qu'aux sommets, mais la différence est moindre ce qui aboutit à un excès relatif de perfusion des alvéoles au niveau des bases par rapport à leur ventilation (West).

5 - En définitive, l'aboutissant de cette suite de mécanismes doit être une hématose, correcte. L'oxygène dans sa majeure partie est combiné à l'hémoglobine : 1 g. d'Hb pouvant fixer 1,34 ml d'O_2, le pouvoir maximal de fixation de 100 ml de sang est de 20 ml d'O_2.

L'hématose peut ainsi être perturbée dans diverses circonstances : Obtruction bronchique qui diminue les échanges gazeux, existence d'alvéoles non ventilés car remplis d'oedème ou d'exsudat, augmentation du tissu séparant la paroi alvéolaire de la paroi capillaire par de l'oedème, des infiltrats, de la fibrose, diminution du nombre de capillaires, anémie, diminution du débit sanguin alvéolo-capillaire, pour ne citer que ces circonstances là.

C - RAPPEL CONCERNANT LES EXPLORATIONS FONCTIONNELLES RESPIRATOIRES CHEZ L'ENFANT

Chaque étape de la respiration peut être étudiée chez l'enfant, mais le pédiatre doit connaître les limites de telles explorations à cet âge.

1 - L'étude de la ventilation externe comprend la mesure des volumes pulmonaires et des forces mécaniques.

a - Les appareils utilisés pour les volumes pulmonaires sont les suivants :

- le spirographe à cloche, ventilé, de faible résistance, qui doit avoir un très faible espace mort pour être adapté à l'enfant,

- le pneumotachographe qui mesure le débit aérien instantané (l'intégration du débit donne la valeur du volume pulmonaire),

- Le pléthysmographe de maniement délicat n'est guère utilisé que chez le nouveau-né,

- enfin le pneumographe à impédance, d'un grand intérêt : il mesure l'impédance transthoracique qui varie avec l'amplitude du flux ventilatoire; le principe consiste à faire passer un courant alternatif de 0,2 mA entre 2 électrodes placées latéralement sur le thorax et à mesurer les variations de courant. Elle peut donner, à condition de calibrer préalablement par une des techniques précédentes, une valeur quantitative des volumes. En fait, actuellement elle est surtout utilisée pour comparer la ventilation de chaque poumon, en prenant comme référence celui qui a la meilleure ampliation.

Mais quel que soit le matériel utilisé, il n'est possible d'avoir une valeur de la capacité citale et de la capacité ventilatoi-

re, c'est-à-dire des différents débits expiratoires, que si l'enfant est coopérant, c'est-à-dire approximativement après 7 ans. Avant cet âge, seule la variation du volume courant est mesurable.

En revanche, les volumes non mobilisables peuvent être mesurés même sans coopération de la part de l'enfant : la capacité résiduelle fonctionnelle par la méthode à l'hélium, et le volume gazeux intra-thoracique par pléthysmographie.

La connaissance des forces mécaniques d'autre part est indispensable à la compréhension de la maladie puisque c'est elle qui va renseigner sur la qualité de l'élasticité parenchymateuse et sur la liberté des voies aériennes. Leur étude exige l'évaluation de la pression intra-thoracique ; or on a démontré que sa variation était comparable à la variation de pression intra-oesophagienne.

La résistance à l'écoulement de l'air est évaluée par le rapport variation de pression intra-oesophagienne sur débit aérien.

La compliance, c'est-à-dire l'élasticité pulmonaire est appréciée, elle, par le rapport variation de volume pulmonaire sur pression intra-oesophagienne.

L'ensemble de ces mesures nécessite simultanément le recueil du débit aérien, du volume pulmonaire et de la pression intra-oesophagienne, celle-ci donnée par un système cathéter-ballonnet placé par voie nasale au niveau du 1/3 inférieur de l'oesophage.

Ainsi en pathologie :

- lors des phases aiguës, l'impédance va permettre d'apprécier la fréquence respiratoire et la qualité de la ventilation,

- lors des phases d'amélioration ou de stabilisation, l'ensemble des autres moyens de mesure mis à notre disposition va nous donner la possibilité de distinguer entre syndrome restrictif, par amputation des volumes, sans gêne à l'écoulement de l'air (pneumopa-

thie interstitielle, atteinte des muscles respiratoires, cypho-scolioses, par exemple) et syndrome obstructif où, à l'inverse, existe une augmentation des résistances à l'écoulement (asthme avant tout). Les syndromes mixtes associent les deux (bronchiolites du nourrisson, dilatations des bronches, mucoviscidose, broncho-pneumopathies chroniques).

Notons ici le tableau particulier de l'atteinte de l'interstitium pulmonaire ou l'amputation des volumes est due à une diminution de la compliance pulmonaire sans augmentation des résistances à l'écoulement de l'air.

2 - En ce qui concerne la ventilation alvéolaire, nous avons vu que, en pratique pédiatrique, la $PaCO_2$ en est un reflet global suffisamment fidèle. Toute hypoventilation alvéolaire entraîne une augmentation de la $PaCO_2$ et commande un geste thérapeutique rapide. La répartition de la ventilation alvéolaire peut être étudiée maintenant de façon élégante par la distribution aérienne d'un gaz radioactif, le Xénon 133.

3 - La diffusion alvéolo-capillaire peut être appréciée par la capacité de diffusion du CO ou bien, pratiquement, par le test d'hyperoxie. Dans les atteintes interstitielles les possibilités de diffusion sont diminuées.

4 - La circulation pulmonaire est étudiée par la scintigraphie de perfusion. Dans certains cas on peut le compléter par l'angiographie par la voie veineuse. C'est le problème que nous allons envisager.

5 - Normalement il existe une adaptation réciproque ventilation/perfusion avec, nous l'avons vu, un rapport optimal égal à 0,85. Dans les circonstances pathologiques, la modification de

ce rapport pourra être appréciée par l'étude conjointe des scintigraphies de ventilation et de perfusion.

6 - Enfin la qualité de l'hématose, aboutissement de cette chaîne respiratoire et jugée quantitativement par l'étude des gaz du sang.

D - LA SCINTIGRAPHIE PULMONAIRE DE PERFUSION CHEZ L'ENFANT. PRINCIPES

PRINCIPES GENERAUX ET TECHNIQUE UTILISEE.

De façon générale, pour obtenir une scintigraphie d'un organe, il faut d'abord rendre celui-ci plus radio-actif que l'environnement puis disposer d'un système qui fera correspondre à la radio-activité de chaque point de l'organe étudié une image représentative.

Les mécanismes qui gouvernent l'accumulation du traceur sont fonction de l'organe que l'on désire étudier.

Pour le poumon, on a eu l'idée d'utiliser ses particularités anatomiques, vasculaires et bronchiques. Halpern et coll. avaient employé des particules colloïdales faites de macroagrégats de sérum humain marqué à l'iode radio-actif pour quantifier la fonction pexique du système réticulo endothélial. Taplin et Wagner ont montré la possibilité et l'intérêt de réaliser des scintigraphies pulmonaires après injection par voie intra-veineux de macro-agrégats d'albumine iodée de taille convenable. Mais quel que soit le produit injecté par voie veineuse, le principe de la scintigraphie de perfusion reste le même : il consiste à étudier la répartition des particules radio-actives bloquées dans les capillaires pulmonaires, leur dimension (20 à 50 µ) étant supérieure au diamètre des capillaires (8µ en moyenne). L'efficacité du filtre pulmonaire est pratiquement parfaite : la radio-cartographie permet de vérifier que 98 % des particules sont retenues par les poumons. Par la suite elles sont détruites par les chocs des globules rouges et l'érosion du courant plasmatique ; leur demi - vie en place est de l'ordre de 6 à 8 heures.

Au marquage des macro-agrégats d'albumine par l'iode 131 (I^{131}), on préfère maintenant, notamment chez l'enfant le marquage au technétium (Tc^{99m}). En effet sa période de radio-activité est beaucoup plus courte (6 heures cont 8 jours pour l'iode), et sa pénétration plus faible (140 K_eV contre 360) permettant ainsi, sans risque d'interférences, des incidences multiples (de Vernejoul et coll.).

La dose utilisée est de 1,2 mCi (millicurie) pour 1,73 m^2 de surface corporelle. La dose reçue par le sujet est de 0,22 rad. par milli-curie, ce qui est très faible. A titre de comparaison, la dose de rayonnement reçue par l'enfant au cours d'une scintigraphie pulmonaire n'est pas plus importante que celle qu'il reçoit lors d'une radiographie simple du thorax.

Une fois les particules "en place", il faut un appareil capable de les repérer et de donner une image facilement interprétable de leur répartition dans les 2 dimensions.

Les appareils de détection et d'enregistrement sont :

1 - Le scintigraphe à balayage ; il ne permet d'enregistrer qu'une région de la plage radioactive étudiée, à chaque instant :

ses avantages : un document dans le rapport 1/1, des doubles facilement reproduits par simples papiers carbones,

et une bonne définition topographique;

ses inconvénients : la lenteur d'exécution, la nécessité d'une immobilité quasi absolue de la part du malade pendant tout l'examen,

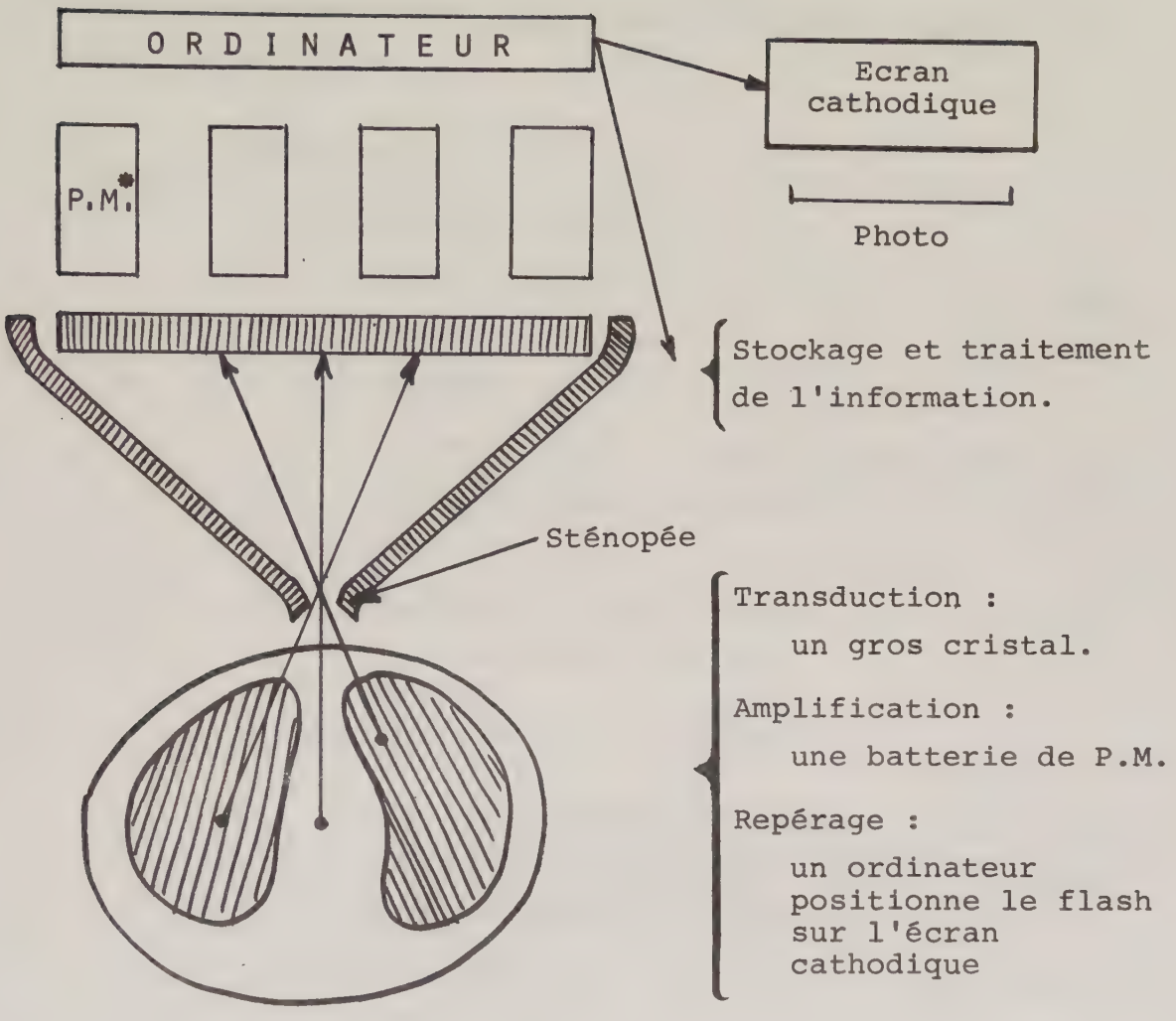
et l'absence de documents dynamiques.

2 - La caméra à scintillation ; elle permet de voir toute la plage radioactive étudiée, à chaque instant (Schéma 1) :

ses avantages : rapidité d'obtention d'un document,

documents dynamiques , photographiques ;

un inconvénient : une définition topographique encore médiocre.



M. : PHOTO - MULTIPLICATEUR

CAMERA A SCINTILLATION

SCHEMA 1

C'est cette dernière qui convient cependant le mieux à la pratique pédiatrique.

Le protocole qui a été suivi dans la série de nos 80 observations est le suivant (Service du Pr. Milhaud, hôpital St Antoine ; Pr. Agr. - Mensch) :

1 - Préparation :

a - Chez l'enfant de moins d'1 an :

α - les 4 jours précédant l'examen et le jour même : III gouttes de Lugol Fort à 5 % par 24 h., en 3 prises, à 08 h., 12 h. et 18 h.

β - les mêmes jours : 3 demi-cuillers à café de Dexchlorphéniramide (Polaramine^{R}) en sirop par 24 h. en 3 fois ;

γ - le jour de l'examen : à 08 h., 10 h. et 13 h., 1 mg de Diazépam (Valium^{R}).

b - Chez l'enfant entre 1 et 5 ans :

α - les 4 jours précédant l'examen et le jour même : V gouttes de Lugol Fort à 5 % par 24 h. : II à 08 h., II à 12 h., et I à 18 h. ;

β - la posologie du sirop de Dexchlorphéniramide passe à 3 cuillères à café par 24 h. en 3 fois ;

γ - le jour de l'examen :

- à 08 h : 2 mg de Diazépam,
- à 10 h : 2 mg de Diazépam,
- à 13 h : 1 mg de Diazépam et 4 cg de Phénobarbital (Gardénal^{R}).

- Au dessus de 5 ans, la préparation est la même qu'entre 1 et 5 ans, mais sans calmant le jour de l'examen.

2 - La suspension de macro-agrégats marqués au technetium est préparée extemporanément juste avant l'examen, à cause de la période très courte du traceur radio-actif (Burdine, Rhodes) ;

3 - La dose à injecter est calculée en fonction de la surface corporelle : 1,2 m Ci pour 1,73 m^2;

4 - L'injection, intra-veineuse, est faite en règle au niveau d'une veine du pli du coude,

le malade étant couché sur le dos ;

5 - Le repérage et l'enregistrement par la caméra à scintillation commencent dès l'injection ;

l'appareil est disposé à la verticale du sujet, placé en décubitus, pour les incidences de face et de dos, et latéralement pour les profils droit et gauche ; pour chaque position de l'appareil on fait donc exécuter au sujet une rotation de 180°, toujours en décubitus ;

à la première incidence, un système permet de stopper automatiquement l'enregistrement lorsqu'est atteint un nombre total de "coups" prévu à l'avance (40 à 50.000) au niveau de l'un des poumons ; à ce moment là, le temps mis pour parvenir à ce chiffre est noté ; les 3 autres incidences seront dès lors enregistrées dans le même temps, sans plus tenir compte du nombre de coups ; cette méthodologie permet ainsi :

- d'une part, d'apprécier de manière absolue l'importance de la radioactivité, donc de la perfusion, au niveau de chaque poumon,

- et d'autre part de comparer, pour chaque incidence, la radioactivité, donc la perfusion, d'un poumon par rapport à l'autre ;

6 - La durée totale de l'examen est en règle inférieure à 10 minutes ;

7 - Le résultat photographique est fourni immédiatement par un système Polaroïd, les 3 images obtenue pour une même incidence sont dues à l'utilasation simultanée de 3 diaphragmes différents .

La position du sujet lors de l'examen a une grande importance. Pour des raisons de physiologie respiratoire exposées antérieurement, l'image scintigraphie est différente suivant que le sujet est debout, assis ou couché. En effet la distribution des particules radioactives est influencée par les forces de gravité, cela par l'intermédiaire de la circulation pulmonaire. Ainsi, en position assise, les bases étant plus perfusées que les sommets, le marquage des sommets serait trop faible et ces régions deviendraient ininterprétables.
En décubitus latéral, le poumon le plus déclive a une perfusion accrue alors que l'autre est hypoperfusé et hypomarqué. En décubitus ventral, la surface médiastinale est réduite et les champs pulmonaires ont, à l'enregistrement, un développement maximal. Cela explique la méthodologie adoptée pour l'enregistrement des 4 incidences.

Normalement, de face, le médiastin et son contenu apparaissent comme des plages "froides" et, de part et d'autre de ce triangle clair, se dessinent les plages pulmonaires "hypermarquées" de façon assez homogène, et symétriques,reproduisant l'aspect anatomique des poumons ; de profil on peut apprécier là encore l'homogénéité de la perfusion mais aussi la régularité des contours, notamment au niveau du lobe moyen ou de la lingula suivant le côté, et au niveau des culs-de-sac costo-diaphragmatiques. (Schéma 2).

Il est habituel d'avoir la région hilaire plus "chaude" que le reste du parenchyme,le poumon droit relativement "plus perfusé" que le gauche et la coupole droite plus basse que la gauche, les deux coupoles prenant souvent un aspect convexe vers le bas.

En pathologie,divers aspects élémentaires peuvent être observés, isolés ou groupés, chez un même malade. Il peut s'agir de plage plus ou moins étendue, froide ou tiède, se superposant parfois à la systématisation pulmonaire. A l'opposé, mais rarement, sont obser-

FACE

PROFILS

DROIT GAUCHE

SCINTIGRAPHIE NORMALE

EMPHYSEME LOBAIRE GEANT

LOBE SUPERIEUR DROIT

(FACE)

D D B LOBE MOYEN

(PROFIL)

SCHEMA 2

vées des images d'apparente hyperfixation. Il faudra bien avoir en tête les limites des images scintigraphiques normales pour ne pas passer à côté d'une encoche d'un bord ou d'une absence marginale de perfusion. Enfin il existe un aspect bien particulier juxtaposant de de petites zones non ou mal perfusées à d'autres normalement perfusées réalisant l'image dite " en mosaïque" (observé en particulier dans les bronchopneumopathies chroniques).

II - CARACTERES DES OBSERVATIONS ETUDIEES

A - NOMBRE DE CAS

Nous avons, dans ce travail, étudié 80 dossiers appartenant à 3 services de l'hôpital Trousseau à Paris :

- Médecine : Professeur GERBEAUX : 68
  Professeur BRISSAUD : 2
- Chirurgie : Professeur CHIGOT : 10

La période pendant laquelle ont été effectuées les scintigraphies s'étend de Janvier 1970 à Décembre 1972.

B - AGES

Tous les âges sont représentés avec la distribution suivante :

. jusqu'à 18 mois : 25
. de 18 mois à 5 ans : 22
. de 6 à 10 ans : 14
. de 11 à 15 ans et plus : 19

Le plus jeune avait 3 mois et 2 semaines au moment de la scintigraphie, la plus âgée 19 ans.

C - SEXE

La répartition est de 35 filles et 45 garçons.

D - DIAGNOSTICS

Les diagnostics les plus divers ont été rencontrés :

1 - Affections broncho-pulmonaires aiguës, subaiguës ou chroniques avec ou sans malformations acquises :

- bronchite 1
- broncho-pneumopathies aiguës sans troubles de ventilation 5
- troubles de ventilation 5
- broncho-pneumopathies subaiguës ou récidivantes, sans reflux gastro-oesophagien 11
- * dilatations des bronches 5
- "emphysème" : 15 dont
  hyperclartés sans distension 6
  hyperclartés avec distension 9
- corps étrangers intra-bronchiques 3
- syndromes du lobe moyen 9
- mucoviscidose 2
- asthme 4

* La DDB a été placée dans ce chapitre à cause de sa symptomatologie clinique bien particulière.

2 - Malformations broncho-pulmonaires constitutionnelles :

- laryngo-malacie 3
- trachéo-malacie 1
- sténose trachéale étendue (+ malformations bronchiques) 1
- malformations bronchiques (autres que DDB).. 4

- malformation pulmonaire 1
- séquestrations pulmonaires 3
- emphysèmes lobaires géants 2

3 - Malformations digestives à retentissement respiratoire :

- broncho-pneumopathies subaiguës ou récidivantes avec reflux gastro-oesophagien 12
- atrésies de l'oesophage 2

4 - Cardiopathies congénitales et autres maladies cardio-vasculaires :

- canal artériel 2
- communication inter-auriculaire 2
- tétralogie de Fallot 1
- syndrome du cimeterre 1
- maladie d'Osler 1
- cardiopathies non étiquétées 2
  (dont une cardiopathies congénitale complexe avec shunt gauche-droit et canal artériel chez un mongolien).

5 - Autres affections médicales avec manifestations respiratoires :

- rachitisme carentiel 1
- anémie hémolytique congénitale (thalasso-drépanocytose) 1
- trisomie 21 1
- maladie de Letterer-Siwe 1
- déficit hétérozygote en α_1 - antitrypsine .. 1

6 - Affections chirurgicales avec manifestations respiratoires :

- contusions parenchymateuses pulmonaires	2
- hernies diaphragmatiques non traumatiques ...	2
- scolioses dorso-lombaires	10
- division palatine	1
Total	118

Ce total de 118 vient du fait que 31 observations comportaient chacune au moins 2 diagnostics.

III - COMPARAISONS ENTRE SCINTIGRAPHIE ET AUTRES EXPLORATIONS PNEUMOLOGIQUES

La recherche de l'intérêt diagnostique puis pronostique de la scintigraphie de perfusion chez l'enfant nous a conduit à comparer les images obtenues par l'examen isotopique aux constatations faites lors des autres investigations de l'appareil respiratoire.

La méthode statistique utilisée pour l'analyse des résultats fut le test du X^2 lorsque les effectifs étaient suffisants ou bien le X^2 corrigé de Yates quand le nombre de cas était petit.

A propos de chaque comparaison nous envisagerons les résultats bruts et les remarques qui s'imposent.

A - SCINTIGRAPHIE ET RADIOGRAPHIE SIMPLE DU THORAX :

1 - Nous avons d'abord recherché dans dans quelle proportion les opacités parenchymateuses s'accompagnent de troubles de la perfusion dans le même territoire.

Le tableau n° 1 présente les chiffres obtenus sur 60 cas. (voir le tableau n° 1 page suivante).

Le X^2 met en évidence une liaison significative ($p < 0,05$) entre l'existence ou non d'opacité et de trouble de la perfusion (36 cas sur 60).

Ce résultat appelle quelques commentaires :

a - 20 opacités s'accompagnent d'images scintigraphiques normales ; mais là il faut souligner que toutes les scintigraphies n'ont pas été effectuées pour la seule persistance d'opacités.

		OPACITE	
		Présente	Absente (Rx normale)
Troubles de perfusion	Présent	24	4
	Absent	20	12

Tableau n° 1

anormales mais bien souvent pour une autre affection associée, locale ou générale, et que lors de l'examen isotopique l'opacité avait peut être déjà disparu ;

b - toutes les opécités ne relevaient pas de la même cause, donc, à priori, ne devaient pas entraîner les mêmes troubles de perfusion ;

c - sur 3 cas d'opacité rétractile indiscutable, 2 se sont accompagnés de défaut de perfusion dans le même territoire ;

d - enfin dans 4 cas, des territoires pulmonaires normaux radiologiquement correspondaient à des zones muettes à la scintigraphie (une atrésie de l'oesophage opérée avec trachéo-malacie et reflux gastro-oesophagien grade III, une communication inter-auriculaire avec malformation de l'artère pulmonaire, une bronchopneumopathie récidivante avec reflux gastro-oesophagien grade II et une scoliose dorso-lombaire sévère).

De la même façon :

2 - Nous avons ensuite recherché quelles sont les hyperclartés qui s'accompagnent de troubles de la perfusion, toujours dans le même territoire.

Les résultats sont consignés dans le tableau 2, sur 35 cas :

		HYPERCLARTES	
		avec distension	sans distension
Troubles de la perfusion	Présent	3	13
	Absent	19	0

Tableau n° 2

La concordance entre hyperclarté avec distension et absence de trouble de la perfusion d'une part, hyperclarté sans distension et présence de trouble de la perfusion d'autre part est très hautement significative ($p < 10^{-6}$).

Ces constatations appellent quelques commentaires :

a - l'appréciation de l'hyperclarté souvent difficile, et de la distension ont été faites avec le plus de rigueur possible en excluant les cas douteux ;

Nous avons jugé hyperclair un territoire pulmonaire ou un poumon tout entier dont la trame parenchymateuse était manifestement pauvre, avec une pénétration correcte du rayonnement lors de l'examen radiographique, par rapport aux territoires adjacents ou au poumon contro-latéral .

Nous avons adopté comme critère de distension : l'écartement des espaces intercostaux , l'aplatissement d'une coupole, l'aspect de hernies intercostales, le refoulement du parenchyme sain adjacent et, le cas échéant, l'asymétrie thoracique avec refoulement du médiastin vers le côté sain et présence de hernies médiatinales.

b - Les seuls cas h'hyperclarté avec distension qui se sont accompagnés de troubles de la perfusion furent 2 emphysèmes lobaires géants et 1 dysplasie pulmonaire complexe avec pneumopathie interstitielle (diagnostic anatomopathologique) ;

c - pour clore ce paragraphe, une observation exemplaire mérite d'être rapportée :

LAF ... Marc né le 14.7.70 entre dans le service du Professeur Gerbeaux le 3.1.72 à l'âge de 17 mois 1/2, pour suspiscion d'inhalation de corps étranger (cacahuète).

La clinique est très évocatrice :

- syndrome de pénétration lors de l'absorption de cacahuètes 8 jours avant l'admission ;

- depuis : agitation et respiration sifflante.

A la radio de thorax le 3.1.72 : hyperclarté du poumon gauche sans distension.

Le 5.1.72 l'enfant subit une première bronchoscopie : elle visualise le corps étranger (cacahuète) au niveau de la bronche principale gauche ; on peut en faire l'ablation. Puis est institué un traitement antibiotiques plus corticoïdes.

Le 7.1.72 une deuxième radiographie de thorax montre l'apparition d'une hyperclarté avec distension de la base droite.

Le jour même, le 7.1.72, une deuxième broncoscopie est pratiquée qui ne montre pas de corps étranger mais une "secrétion trouble" au niveau des bronches lobaires moyenne et inférieure droite.

Le 10.1.72 une troisième radiographie de thorax ne montre plus que la persistance de l'hyperclarté sans distension, plus modérée d'ailleurs, du poumon gauche.

La scintigraphie de perfusion n'est pratiquée que le 11.1.72 juste au décours de cette histoire ; elle montre une diminution globale de la perfusion du poumon gauche.

On a donc ici chez un même malade l'évolution de 2 hyperclartés l'une sans, l'autre avec distension où seule la première s'accompagne de trouble de la perfusion d'ailleurs important.

(Il n'y avait pas de scintigraphie de contrôle au moment de l'exploitation du dossier).

Insistons sur le fait qu'il ne s'agit là que d'une série de 35 observations d'hyperclartés pulmonaires et que l'aspect distendu ou non est toujours d'appréciation difficile. Par conséquent la caractère "significatif" du test statistique ne peut être pris en compte que dans le cadre de cette série. Nous envisagerons à ce propos les commentaires qui s'inposent au chapitre Discussion.

B - SCINTIGRAPHIE ET ANGIOGRAPHIE :

Nombreuses sont les publications qui ont comparé ces 2 examens, souvent à l'avantage de l'angiographie.

Cette appréciation demande certainement à être nuancée.

Le tableau 3 résume les résultats obtenus chez les 11 enfants qui avaient eu, chacun, ces 2 examens.

		ANGIOGRAPHIE	
		Pathologique	Normale
Troubles de la perfusion	Présent	6	2
	Absent	2	1

Tableau N° 3

Les effectifs sont trop petits pour qu'il soit permis de s'aider du test statistique comme moyen d'appréciation.

On peut tout de même noter plusieurs faits :

a - la relative bonne concordance des résultats (7 cas sur 12),

b - pour les discordances :

- dans 2 cas l'angiographie a montré des anomalies vasculaires que ne décelaient pas la scintigraphie, (1 cas de malformation de l'artère pulmonaire associée à une communication inter-auriculaire et 1 cas d'hypovascularisation d'un lobe au décours d'une intervention sur canal artériel, associé à des malforamtions broncho-pulmonaires) ;

- dans 2 cas à l'inverse la scintigraphie a dévoilé des troubles de perfusions alors que l'angiographie était normale,

(2 cas de broncho-pneumopathie à répétition dont 1 avec reflux gastro-oesophagien).

C - SCINTIGRAPHIE ET BRONCHOGRAPHIE

45 enfants de cette série ont subi à la fois les 2 examens.

Le tableau n° 4 résume les constatations.

		BRONCHOGRAPHIE	
		Anormale	Normale
Troubles de la perfusion	Présent	23	6
	Absent	14	2

Tableau n° 4

Aucune liaison significative n'a pu être mise en évidence ($p > 0,10$) entre les anomalie constatées d'une part à la bronchographie et d'autre part à la scintigraphie.

Donc, à priori, une image bronchographique anormale ne préjuge pas de l'existence ou non de trouble de la perfusion dans le même territoire.

En fait sur les 23 bronchographies anormales, 9 montraient des malformations bronchiques (dont 5 DDB) et sur ces 9 cas 8 s'accompagnaient de défaut de perfusion (dont 4 DDB)

D - SCINTIGRAPHIE ET BRONCHOSCOPIE

Chez 45 enfants les 2 examens ont été pratiqués pour chacun.

Le tableau 5 rend compte des résultats :

		BRONCOSCOPIE	
		Anormale	Normale
Troubles de la perfusion	Présent	22	11
	Absent	8	4

Tableau n° 5

Là non plus, statistiquement il n'a pas pu être mis en évidence de liaison entre constatations de la bronchoscopie d'une part, de la scintigraphie de l'autre ($p > 0,10$).

Ainsi, quel que soit le résultat de l'examen endoscopique, il ne peut donner d'idée à priori sur les caractères de la perfusion.

E - SCINTIGRAPHIE ET EPREUVES FONCTIONNELLES RESPIRATOIRES

Eu égard à l'importance du rapport ventilation/perfusion et de la diffusion alvéolo-capillaire sur la qualité de l'hématose (voir Introduction), nous avons voulu comparer les résultats de la scintigraphie de perfusion avec la capacité vitale d'une part et avec la compliance pulmonaire d'autre part.

1 - Avec la capacité vitale (tableau n° 6)

		CAPACITE VITALE	
		Diminuée*	Normale
Troubles de la perfusion	Présent	10	8
	Absent	9	5

Tableau n° 6

(*La diminution de la capacité vitale était le fait de syndromes restrictifs isolés ou associés à un syndrome obstructif)

Sur les 32 cas étudiés, aucune liaison significative n'a pu être mise en évidence ($p. > 0,10$).

Donc une diminution de la capacité vitale ne peut à priori préjuger de l'existence ou non de trouble de la perfusion.

2 - avec la compliance pulmonaire (tableau n° 7), nous n'avons voulu comparer les résultats de la scintigraphie qu'avec les baisses de la compliance dynamique s'associant à des résistances pulmonaires totales normales, cela ne concerne par conséquent que l'élasticité pulmonaire (voir Introduction) ;

nous n'avons eu que 8 cas où ces conditions furent remplies (tableau n° 7).

		ASSOCIATION ↘ C P D avec R P T normales	
		Présente	Absente *
Troubles de la perfusion	Présent	2	5
	Absent	1	0

Tableau N° 7

(*Il s'agissait d'épreuves fonctionnelles respiratoires normales prises comme référence).

Les effectifs sont trop faibles pour en tirer une conclusion statistique.

Notons cependant que sur les 3 cas où existait une baisse de la compliance : les 2 cas s'accompagnant de trouble de la perfusion étaient un "emphysème" séquellaire après infection respiratoire néo-natale et un tableau de dilatation des bronches avec fibrose hépatique associée à un déficit en α_1 - anti-trypsine, le cas où n'existait pas de trouble de la perfusion étant une pneumopathie réticulée atrophique séquelle d'une maladie des membranes hyalines.

F - SCINTIGRAPHIE ET IMPEDANCE

Il nous a paru intéressant de comparer également la perfusion étudiée par la scintigraphie et la qualité de l'ampliation thoracique appréciée par l'impédance, du même côté.

Au tableau n° 8 sont inscrits les résultats

		IMPEDANCE	
		Diminuée	Normale
Troubles de la perfusion	Présent	12	5
	Absent	3	7

Tableau n° 8

Sur un plan statistique rigoureux, le test du X^2 doit être corrigé (X^2 corrigé de Yates) à cause des petits effectifs. Dans ces conditions il ne peut être mis en évidence de liaison significative entre trouble de la perfusion et diminution de l'impédance ($p > 0,10$). Avec le test du X^2 non corrigé la liaison apparaît ($p < 0,05$).

En admettant un certain a priori, on peut tout de même dire que les cas sont trop peu nombreux pour conclure définitivement et qu'avec des effectifs plus importants on pourrait peut-être mettre en évidence une certaine concordance entre les 2 phénomènes.

A titre de confirmation nous avons voulu voir s'il n'existait pas de cas où les troubles de la perfusion étaient contro-latéraux par rapport à la diminution d'impédance. Les résultats furent les suivants :

. Sur 13 cas de siminution d'impédance s'accompagnant de troubles de la perfusion sans préjuger du côté, pour 12 les anomalies étaient homolatérales et dans 1 seul cas elles étaient hétéro-latérales. Dans ce dernier cas d'ailleurs le résultat est tellement aberrant qu'on est en droit de se demander s'il n'y a pas eu erreur de transcription !

G - SCINTIGRAPHIE ET GAZ DU SANG

1 - Nous avons d'abord fait une étude comparative avec l'existence ou non d'hypoxie.

Les résultats furent les suivants, (consignés dans le tableau n° 9, page suivante.)

Aucune liaison significative n'a pu être mise en évidence ($p > 0,10$).

2 - Nous avons fait la même étude concernant l'hypercapnie (tableau 10 page suivante)

		HYPOXIE	
		Présente	Absente
Troubles de la perfusion	Présent	10	9
	Absent	3	6

Tableau n° 9

		HYPERCAPNIE	
		Présente	Absente
Troubles de la perfusion	Présent	3	14
	Absent	0	8

Tableau n° 10

Là non plus aucune liaison n'a pu être mise en évidence ($p > 0,10$).

Mesure des gaz de sang et scintigraphie de perfusion sont complémentaires et ne peuvent s'exclure l'une l'autre. Ce résultat était attendu puisque l'on sait (cf. introduction) que peuvent exister des territoires normalement perfusés et non ou mal ventilés, et inversement.

Cette complémentarité est d'ailleurs le fait des diverses explorations entrant dans le cadre des épreuves fonctionnelles respiratoires. C'est l'analyse de l'ensemble qui permet de faire le diagnostic précis de l'atteinte d'une des fonctions.

H - AU TERME DE CES DIVERSES COMPARAISONS :

il nous a paru intéressant d'isoler certains tableaux cliniques pour voir dans quelle mesure ils retentissaient sur la perfusion.

Le tableau n° 11, page suivante, permet d'en avoir une vue d'ensemble.

Il est difficile de tirer des conclusions péremptoires pour chaque affection. Pour chacune, en effet, les effectifs sont insuffisants et les cas manquent d'homogénéité. Cependant il convient de noter, dans le cadre de cette série, plusieurs faits :

- aucun des asthmes étudiés en dehors des périodes critiques ne s'est accompagné de défaut de perfusion (4 cas) ;

- les malformations bronchiques (dilatations des bronches et autres) à l'inverse, ont présenté cette anomalie dans 8 cas sur 9,

- et les broncho-pneumopathies récidivantes associées à un reflux gastro-oesophagien dans 8 cas sur 12 ; on peut se demander si l'anomalie digestive n'est pas sur ce plan un facteur aggravant ; pour répondre, il faudrait comparer à un groupe témoin de broncho-pneumopathies récidivantes sans reflux, les 2 groupes provenant d'une population homogène et ayant des effectifs suffisants ;

DIAGNOSTICS	NOMBRE DE CAS	TROUBLES DE PERFUSION
Asthme	4	0
D D B	5	4
Malformations bronchiques autres que DDB	4	4
Pneumopathies interstitielles (diagnostic anatomo-pathologique)	5	3
Broncho-pneumopathies récidivantes avec reflux gastro-oesophagien	12	8
Syndromes du lobe moyen	9	2
Corps étrangers intra-bronchiques	3	3
Séquestrations pulmonaires	3	2
Malformations pulmonaires autres que séquestrations	3	3
Muscoviscidose	2	1
Maladie d'Osler	1	1
Thalasso-Drépanocytose	1	0
Cardiopathies congénitales	7	6
Scolioses dorso-lombaires graves	10	1
Contusions parenchymateuses pulmonaires	2	0

Tableau n° 11

- la présence d'un corps étranger intra-bronchique a constamment retenti sur la perfusion (3 cas sur 3) et de façon importante;

- sur 3 cas de séquestration pulmonaire, 2 seulement eurent une traduction scintigraphique ; mais on peut se demander si là n'était pas dépassée la limité de contraste que peut offrit la caméra à scintillation ;

- sur 2 cas de mucoviscidose, l'une avait entraîné un défaut de perfusion dans certains territoires ;

- contrairement à la maladie d'Osler, dont on connait les accidents thrombo-emboliques, il n'est pas certain que les complications respiratoires de la Drépanocytose relèvent du même mécanisme (absence de défaut de perfusion dans le cas cité) ;

- sur les 7 cardiopathies congénitales relevées, 6 s'accompagnaient de troubles de perfusion pulmonaire plus ou moins importants; mais le groupe est beaucoup trop divers, tant par les types de cardiopathies (2 canals artériels, 2 communications inter-auriculaires, 1 tétralogie de Fallot et 1 syndrome du cimeterre), que par les stades évolutifs, pour conclure ; le seul cas n'ayant pas retenti sur la perfusion était une cardiopathie congénitale complexe avec shunt gauche-droit et canal artériel, chez un mongolien ;

- parmi les 10 cas de scolioses dorso-lombaires graves ultérieurement opérées (méthode de Harrington), une seule s'est accompagnée de défaut de perfusion ; encore s'agissait-il d'un territoire très limité où l'on pouvait discuter l'existence, radiologiquement, d'une opacité de pneumopathie aiguë ;

- enfin reste à évoquer le problème des contusions parenchymateuses pulmonaires : la scintigraphie de perfusion devrait pouvoir être là l'élément fondamental du diagnostic et guider l'attitude thérapeutique ; mais la technique de scintigraphie en urgence n'est pas encore mise au point ; dans les 2 cas rapportés, l'examen a été pratiqué à distance de l'accident et l'on ne peut rien conclure de ces résultats négatifs.

IV - DISCUSSION

Au cours de ces dernières années, depuis que les nouvelles techniques isotopiques ont permis son utilisation chez l'enfant, de nombreux auteurs se sont intéressés à la scintigraphie pulmonaire dans ses applications pédiatriques, en étendant de plus en plus ses indications (Pendarvis, Robinson, Fendel en Allemagne, Bovornkitti sur 313 cas, Wiederman en Tchécoslovaquie, Baba au Japon, Zubowskii en URSS)

Les conclusions ont été pratiquement toujours concordantes. Il nous paraît cependant intéressant d'insister sur certains points.

Sur le plan technique, il faut souligner la préférence que l'on doit accorder dorénavant au technétium sur l'iode 131, en tout cas chez l'enfant (Tefft). Les manifestations d'intolérance sont pratiquement inexistantes (Rhodes B.A., Burdine J.A.). La radio-activité initiale du foie et de la rate n'est pas gênante dans l'interprétation des images (Burdine). Les résultats seront, bien entendu, toujours confrontés à ceux de la clinique et des autres examens complémentaires, avant de conclure.

Le problème des hyperclartés pulmonaires a déjà fait l'objet de très nombreuses publications (Pendarvis, Mac Pherson, James, Cumming, Wesley et Mac Leod, Blasi). La tendance qui consiste à assimiler hyperclarté pulmonaire persistante et défaut de perfusion doit être nuancée, en tout cas chez l'enfant. En effet, dans notre série, sur les 35 hyperclartés pulmonaires que nous avons observées, localisées ou étendues à tout un poumon, seules celles ne s'accompagnant pas de distension (13) étaient associées à un défaut de perfusion, partiel ou total, sauf dans 3 cas déjà cités :

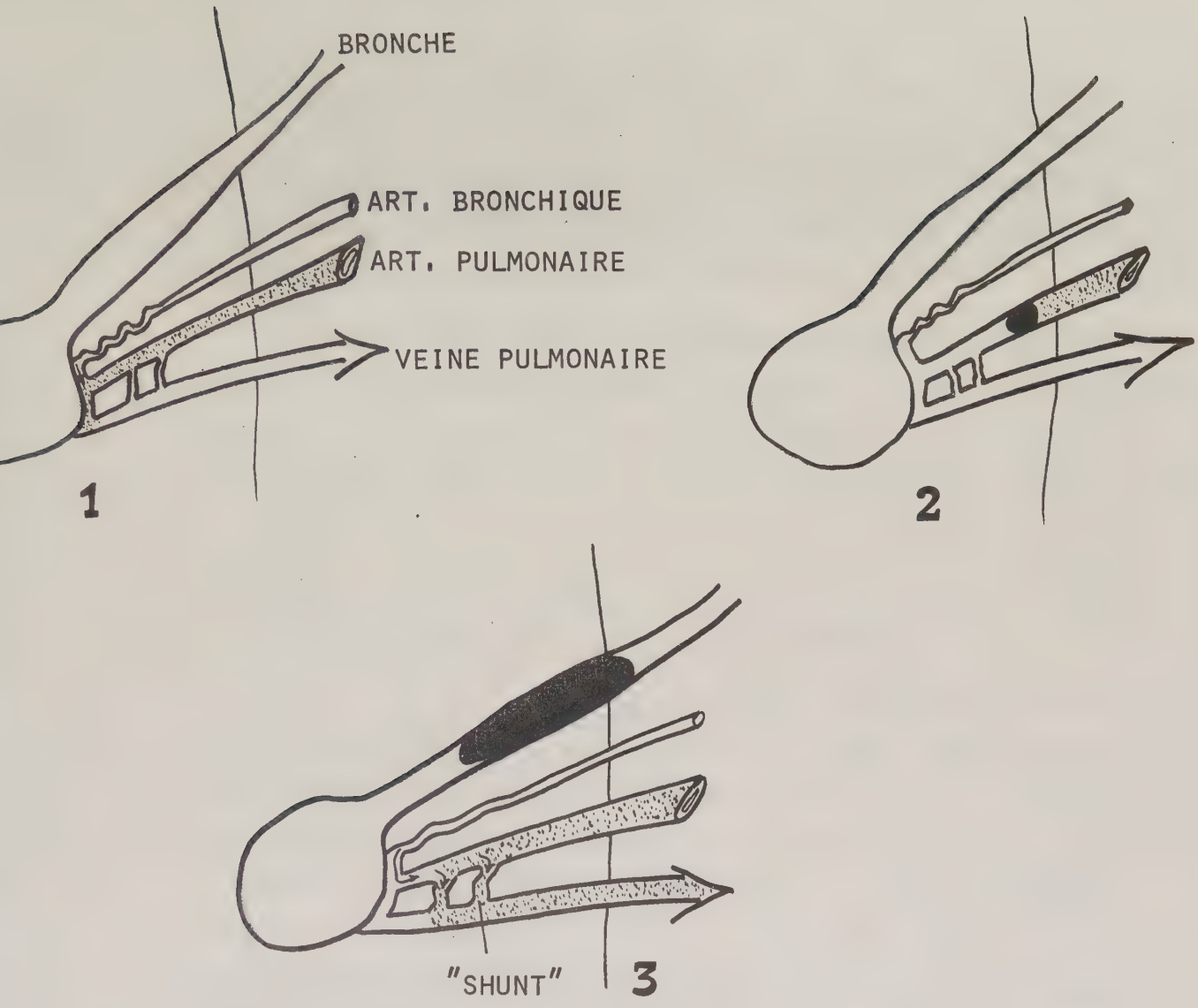
- 2 emphysèmes lobaires géants et une dysplasie pulmonaire avec pneumopathie interstitielle. Les aspects scintigraphiques de telles affections sont bien connus (Mauney, Wesley et Mac Leod, Zappala).

Dans la publication de Pendarvis et coll. 1 seul des cas d'hyperclarté avec distension rapportés par les auteurs s'accompagne de défaut de perfusion. Il s'agit d'un enfant de 2 ans 1/2 atteint de tuberculose avec importantes adénopathies hilaires gauches. Il s'est constitué progressivement un emphysème de type obstructif du poumon gauche par compression de la bronche principale. La scintigraphie montre une absence de perfusion de ce même poumon. L'évolution est régressive sous traitement, de façon lentement progressive. Mais dans un tel cas ou dans ceux qui sont semblables on peut se demander si les troubles de perfusion observés sont uniquement le fait de la distension parenchymateuse (Simon).

On connait par ailleurs les emphysèmes "compensateurs" adjacents à des foyers d'atélectasie, ou "réactionnels" à une lobectomie par exemple, qui sont normalement vascularisés. On sait enfin que l'asthme de l'enfant, non compliqué, comme celui de l'adulte, n'entraîne pas de défaut de perfusion entre les crises, malgré un état de distension parenchymateuse qui peut persister (Robinson, Despas, Miskin et Wagner).

Mais d'autre part Isawa et Benfield ont montré qu'expérimentalement une obstruction bronchique s'accompagnait rapidement de diminution de perfusion dans les territoires parenchymateux correspondants. Et Potchen a proposé un schéma explicatif à ce phénomène en avançant l'hypothèse d'ouverture de "shunts" veino-artériels (schéma 3). Cela concorde et vient à l'appui des observations d'hyperclartés pulmonaire avec distension s'accompagnant de défaut de perfusion dans le même territoire à la scintigraphie.

Dans le cadre de cette étude, il semblerait que les hyperclartés pulmonaires avec distension sont toujours normalement perfusées sauf en cas de lésions parenchymateuses malformatives. En fait



SCHEMA DE LA VASCULARISATION PULMONAIRE

(d'après POTCHEN)

1 - Poumon normal : les macro-agrégats se bloquent au niveau du capillaire

2 - Oblitération de l'artère pulmonaire : pas de macro-agrégats au niveau du capillaire.

3 - Perturbation de la ventilation : les macro-agrégats sont détournés du capillaire fonctionnel par la vasodilatation des artères bronchiques et l'ouverture de "shunts".

SCHEMA 3

cette équation n'est pas toujours vérifiée et de nombreuses observations le prouvent. Cette discordance n'est pas étonnante si l'on considère que l'étude n'a porté que sur 22 cas, dans des espaces temps et lieu limités, sur une série qui par conséquent peut fort bien ne pas être tout-à-fait comparable à la population générale.

En définitive, la physiopathologie de l'hyperclarté pulmonaire avec distension n'étant pas univoque, on doit se garder de conclure à priori devant un tel aspect à l'absence ou à l'existence d'une perfusion normale dans le territoire correspondant. Il faut savoir reprendre l'histoire clinique et réexaminer l'évolution radiographique des lésions avant de prendre position. Pour cela on devra parfois poursuivre les investigations et s'aider de la scintigraphie de ventilation au Xenon 133, voire de l'angiographie.

Les dilatations des bronches s'accompagnent pratiquement toujours de défaut de perfusion dans les territoires correspondants (Pendarvis, Robinson). Dans notre série ce fut le cas dans 8 observations sur 9 de malformations bronchiques dont 5 DDB. Les études ont porté sur des bronchectasies fixées ; il serait intéressant de savoir ce qu'il en est pour les bronchectasies réputées transitoires, au décours d'une coqueluche par exemple, quoi qu'il en soit on comprend aisément le rapide ralentissement sur la circulation pulmonaire que peuvent avoir les bronchectasies diffuses constitutionnelles et l'intérêt de l'acte chirurgical sur un foyer circonscrit de cause locale avant que le retentissement ne s'étende de proche en proche. Cela est d'autant plus important chez l'enfant que le vide créé par l'ablation d'un segment ou d'un lobe ne sera pas comblé par une dilatation "compensatrice" des territoires voisins mais par du parenchyme neuf.

La comparaison entre scintigraphie de perfusion et angiographie par voie veineuse revient fréquemment dans la littérature (Zappala, Pendarvis, Payfa, Mac Pherson, Mauney, Isawa, Fendel, Lin, Cumming, Arborelius). Elle est souvent à l'avantage de l'examen ra-

diographie qui a d'ailleurs permis une meilleure interprétation des résultats de l'exploration isotopiques (Payfa).

En fait, chacune a ses indications propres et les deux peuvent être complémentaires, tant sur le plan anatomique que fonctionnel.

La scintigraphie de perfusion est toujours praticable, sans inconvénient pour le malade, notamment quant à la dose de rayonnement reçue. Compte-tenu de ces avantages c'est certainement l'examen de choix dans le dépistage d'anomalies vasculaires suspectées sur la radiographie simple du thorax.

L'angiographie, elle, est capable de donner des images détaillées, statiques et dynamiques des réseaux artériels et veineux. C'est le plus souvent un document indispensable en pré-opératoire pour la chirurgie thoracique. Mais, sans compter le fait qu'elle est désagréable pour le malade, elle n'est pas sans danger et connaît des contre-indications.

D'autre part, on dit souvent qu'une zone muette à la scintigraphie l'est toujours à l'angiographie alors que la réciprocité n'est pas toujours vérifiée. En fait, comme nous l'avons déjà cité, sur 11 observations où les 2 examens avaient été pratiqués conjointement, existait dans 2 cas un défaut de perfusion à la scintigraphie que n'avait pas décelé l'angiographie (2 broncho-pneumopathies récidivantes l'une avec malformation broncho-pulmonaire et canal artériel, l'autre associée à un reflux gastro-oesophagien). Il faut souligner ici la possibilité pour l'examen isotopique d'apprécier la qualité fonctionnelle du capillaire pulmonaire ce dont ne rend peut-être pas toujours compte l'examen angiographique.

Mais, encore une fois, plutôt que de les opposer mieux vaut laisser à chacun ses propres indications, et le cas échéant les associer. A titre d'exemple rappelons la séquence habituelle dans le diagnostic d'une agénésie ou d'une hypoplasie artérielle pulmonaire ; opacité radiographique d'un poumon faisant pensenr à une malformation

sous-jacente, absence de perfusion homolatérale à la scintigraphie, enfin confirmation de l'anomalie vasculaire à l'angiographie avec parfois découverte de malformations associées (Pendarvis, Schawohl, Arborelius). C'est la même démarche qui est communément suivie dans la découverte d'une hypoplasie ou d'une agénésie pulmonaire (Haas, Pendarvis), d'une séquestration pulmonaire (Ravasini).

Cette liste des intérêts diagnostiques de la scintigraphie pulmonaire de perfusion ne peut être exhaustive. C'est encore un élément fondamental dans la recherche d'embolies pulmonaires ((Isawa, Rosenthall, James, Hurley), d'abcès sous-phrénique, associée à la scintigraphie hépatique (white), dans l'appréciation du retentissement vasculaire pulmonaire au cours des cardiopathies congénitales (Lin, Hurley), des scolioses graves (Migères), ou encore des radiothérapies thoraciques pour cancer (Goldman).

Mais l'intérêt de la scintigraphie n'est pas moindre sur le plan évolutif. C'est certainement en ce domaine qu'elle trouve parmi ses meilleures indications.

Elle permet d'apprécier le retentissement sur la perfusion des broncho-pneumopathies subaiguës ou chroniques, de suivre les phases d'aggravation ou d'amélioration, de mesurer l'efficacité d'un traitement, notamment au cours des mucoviscidoses (Robinson, Samanek, James), ou des tuberculoses pulmonaires (Simon, Pendarvis). Elle offre de même la possibilité de juger du résultat de l'ablation d'un corps étranger intra-bronchique, ou des suites d'une intervention chirurgicale pulmonaire ou cardiaque. Dans notre série, 6 malades ont ainsi été suivis. Trois ont vu leurs troubles de perfusion s'aggraver (1 dilatation des bronches du lobe inférieur gauche et de la lingula, 1 broncho-pneumopathie récidivante et 1 tableau associant canal artériel opéré, laryngo-malacie et malformations broncho-pulmonaires avec emphysème). Deux sont restés stationnaires (un syndrome du cimeterre avec séquestration pulmonaire opérée et une maladie d'Osler). Dans le dernier cas (manifestations respiratoires au cours d'une phacomatose

avec reflux gastro-oesophagien), on a assisté à des modifications dans la répartition des zones hypoperfusées.

On doit donc savoir poser plus souvent l'indication de scintigraphies réitérées. Bien entendu cela sous-entend les possibilités matérielles de les exécuter.

Que ce soit d'un point de vue diagnostique ou évolutif, on a certainement beaucoup à attendre de la pratique associée des scintigraphies de perfusion au technetium et de ventilation au Xenon 133. Cette dernière ne nécessite d'autre appareillage que le système de nébullisation et d'inhalation du gaz radioactif à l'intérieur de l'arbre respiratoire de technique certes plus délicate. Mais le moyen de détection et d'enregistrement étant le même (caméra à scintillation), les résultats sont là aussi immédiats (Médina). Les deux font maintenant partie intégrante du bilan fonctionnel respiratoire chez l'enfant et permettent d'apprécier de façon satisfaisante le rapport ventilation/perfusion (Robinson, Arborelius). L'indication des explorations à demander sera discutée en fonction de chaque cas.

Il reste maintenant à améliorer et à étendre les techniques de quantification des résultats qui ne sont, pour l'instant encore, que qualitatifs dans la pratique courante.

V - CONCLUSIONS

La présente étude sur la scintigraphie pulmonaire de perfusion chez l'enfant a porté sur 80 observations.

La technique recommandée actuellement est celle utilisant la technétium (T_c 99m) comme traceur fixé sur des macro-agrégats de sérum albumine humaine. On le préfère à l'iode 131 (I^{131}) pour plusieurs raisons : sa période de radio-activité est beaucoup plus courte (6 heures contre 8 jours); la plus faible pénétration de ses photons gamma (140 KeV contre 360 pour l'iode) permet, sans risque d'interférences, des incidences multiples ; enfin la dose de rayonnement reçue est très faible, de l'ordre de 0,22 rad par mCi (millicurie), la dose émise utilisée étant de 1,2 mCi pour 1,73 m^2 de surface corporelle (en clair, une scintigraphie pulmonaire de perfusion au technétium n'est pas plus dangereuse qu'une radiographie thoracique simple).

C'est un examen anodin aussi sur le plan clinique (il n'a été observé aucun signe d'intolérance sur 80 cas), facile à pratiquer chez l'enfant dès son plus jeune âge (25 sujets avaient moins de 18 mois et le plus jeune 3 mois et 2 semaines dans cette série).

Sur le plan diagnostique, la scintigraphie pulmonaire de perfusion fournit des renseignements de 2 ordres, anatomique et fonctionnel, précisant d'une part la topographie des territoires perfusés ou non, d'autre part la qualité de cette perfusion dont les techniques de quantification des résultats donneront une mesure précise.

Confrontée aux seules données cliniques et radiographiques, elle a permis, à de multiples reprises, de cerner un diagnostic.

Elle a apporté, par ailleurs, des renseignements sur la valeur de la perfusion au cours d'affections broncho-pulmonaires prolongées ou récidivantes.

On peut citer ainsi, parmi ses indications préférentielles, les images claires du moumon ou les opacités intra-thoraciques persistantes ne faisant pas leur preuve, et, d'autre part, les broncho-pneumopathies subaiguës ou chroniques diagnostiquées, dont on veut connaître le retentissement fonctionnel sur la perfusion.

A titre d'exemples :

- sur 35 hyperclartés pulmonaires, dûment diagnostiquées, à l'exclusion des cas douteux, 13 sans distension, 22 avec distension, nous avons observé que les premières s'accompagnaient toujours de trouble de la perfusion dans le même territoire, les secondes jamais sauf dans 3 cas : 2 emphysèmes lobaires géants et 1 dysplasie pulmonaire complexe ; mais cette série ne peut être considérée comme tout-a-fait comparable à la population générale ;

- sur 9 syndromes du lobe moyen, 2 seulement se sont accompagnés de trouble de la perfusion de ce lobe, sans particularité par rapport aux 7 autres;

- sur 9 malformations bronchiques (dont 5 dilatations des bronches), 8 se sont accompagnées de défaut de perfusion dans le même territoire (dont 4 DDB) ;

- enfin 4 broncho-pneumopathies de long cours avec image thoracique normales avaient, en fait, des troubles de perfusion dans certains territoires.

Dans les cas les plus complexes, ce fut un examen préliminaire à l'angiographie.

Sur le plan évolutif, la répétition des scintigraphies a permis, dans 6 cas, de juger du degré d'aggravation des lésions (3 cas), de leur état stationnaire (2 cas), des modifications topographiques des troubles de la perfusion (1 cas) ; malheureusement, parmi les 80 observations étudiées, nous n'avons pu saisir d'évolution favorable du point de vue scintigraphique car l'habitude n'est pas encore prise de recommencer cet examen. C'est pourtant dans le domaine évolutif qu'il trouve, là encore, une de ses plus belles indications, en offrant du même coup la possibilité d'apprécier l'efficacité d'un traitement.

Excellent élément de surveillance, la scintigraphie est aussi la méthode d'élection pour étudier l'évolution de la perfusion au cours d'affections pulmonaires encore mal connues.

Muni de ces données, il devient possible alors de porter un pronostic et de prendre parfois de nouvelles décisions thérapeutiques.

D'apparition plus récente, la scintigraphie de ventilation au xénon 133 (xe133) est appelée à devenir le complément indispensable des épreuves fonctionnelles respiratoires en pédiatrie.

Scintigraphies de perfusion au technétium et de ventilation au xénon 133 toutes deux faciles à pratiquer sans aucun désagrément pour le malade, et donnant des résultats immédiats, doivent, ensemble, constituer un outil précieux pour le pédiatre dans le diagnostic, la détermination du type évolutif et le pronostic de certaines affections broncho-pulmonaires chez l'enfant.

VI - B I B L I O G R A P H I E

A - PHYSIOLOGIE RESPIRATOIRE

1 - COMROE J.H.

Physiologie de la respiration.
1967 - Masson - Paris.

2 - DENOLIN H., SADOUL P., ORIE N.G.M.

L'exploration fonctionnelle pulmonaire.
1964 - Flammarion - Paris.

3 - GEUBELLE F.

La mécanique ventilatoire.
1966 - Masson - Paris.

4 - WEST J.B.

Ventilation/ Blood Flow and Gas Exchange.
1965 - Blackwell - Oxford.

5 - WRIGHT S.

Physiologie appliquée à la médecine.
Traduit par BARRES G.
1973 - Flammarion - Paris.

B - EXPLORATIONS FONCTIONNELLES RESPIRATOIRES CHEZ L'ENFANT

6 - BENOIST M.R., JEAN R., CHARLAS J., SIGUIER C., PAUPE J., VIALATTE J.

Essai d'évaluation globale et unilatérale de la ventilation pulmonaire par la méthode rhéographique.
Sem. Hôp. Paris (Ann. Péd.) 1970, 46, 524.

7 - GAULTIER Cl., ALLAIRE Y., GIRARD F.

Intérêt de la mesure de la Résistance Pulmonaire Totale pour apprécier la liberté des voies aériennes chez l'enfant.
Arch. Fr. Péd. (à paraître).

8 - GEUBELLE F.

Contribution à l'étude fonctionnelle du poumon de l'enfant sain et de l'enfant asthmatique.
1966 - Ed. Duculot S.A. - Gembloux - Belgique.

9 - POLGAR G., PROMADHAT V.

Pulomonary function testing in children : technics and standards.
1971 - W.B. Saunders Compagny Philadelphia.

10 - WOOD D.W.

Pulmonary functipn testing in children.
Péd. Clin. of North América 1969, 16, 159.

C - LA SCINTIGRAPHIE PULMONAIRE ET SES APPLICATIONS EN PEDIATRIE

11 - ARBORELIUS M. JR , KJELLMAN B., LUNDSTROM N.R., MORTENSSON W., NAVERSTEN Y.

Regional lung function, in congenital malformations of the pulmonary arteries.
Acta Pediat. Scand. suppl. 1970. 206, suppl. 206.

12 - ARBORELIUS M. JR , GUSTAFSSON T., KJELLMAN B., LUNDSTROM N.R., MORTENSSON W.

Xe^{133}. Radiospirometry for evaluation of congenital malformations of pulmonary artéries.
Pediatrics 1971, 47, 529.

13 - BABA K., KAWAMATA Y., SEKI K., OKINAGA K., SAKAKIBARA T.

Radiographic diagnosis of congénital thoracic anomalies in children - 1. The lung.
1970, 16, 875.

14 - BAILLET J., HUGUES F.C.

Atlas de scintigraphie pulmonaire.
Ed. Scientifiques internationales
(On pourra trouver dans cet ouvrage une bibliographie détaillée).

15 - BLASI A.

La distrofie polmonari progressive nel quadro delle sindromi da "polmone chiaro".
Minerva Med. 1972, 63, 1091.

16 - BLASI A., DALFONSO G., CARRATU L., SONAGLIONI F., MARSICO S.A., BOCCHINO M., CARUSO A.

Les broncho-pneumopathies malformatives par défaut anatomique.
Poumon - Coeur 1971, 27,707.

17 - BOVORNKITTI S., SUWANIK R., SATYAVANICH S.

^{131}I - MAA Scintiscanning of the lungs. An analysis of résults from 513 performances.
J. Med. Assoc. Thaï 1970, 53, 857.

18 - BURDINE J.A., SONNEMAKER R.E., RYDER L.A., SPJUT H.J.

Perfusion studies with Technetium - 99 m
Human Albumin Microspheres (HAM)
Radiology, 1970, 95, 101.

19 - CUMMING G.R., Mac PHERSON R.I. , CHERNICK V.

Unilatéral hyperlucent lung syndrome in children.
J. Pediat. 1971, 78, 250.

20 - DESPAS P., WALKER A., MACRAE J., READ J.

Inhalation and perfusion lung scans in bronchial asthma.
Australas. Ann. Med. 1970, 19, 304.

21 - FENDEL H., FEINE U.

Lungenscintigraphie im Säuglings und Kindesalter.
Monat ss chr - Kinderheilkd, 1970, 118, 601.
(compte-rendu en anglais)

22 - GERBEAUX J.

Les maladies respiratoires de l'enfant.
Flammarion Ed. (à paraître).

23 - GOLDMAN S.M., FREEMAN L.M., GHOSSEIN N.A., SAN FILIPPO L.J.

Effects of thoracic irradiation on pulmonary artérial perfusion in man.
Radiologgy. 1969, 93, 289.

24 - HAAS R.J., SCHAFER H., SIGMUND E., TOSBERG P.

Unilaterale lungen agenesie
Klin. Paediatr. 1972, 184, 135 (Compte-rendu en anglais)

25 - HALPERN B.N., BIOZZI G., BENACERRAF B., STIFFEL C., HILLEMAND B.

Cinétique de la phagocytose d'une sérum-albumine humaine spécialement traitée et radio-marquée et son application à l'étude de la circulation hépatique chez l'homme.
C.R. Soc. Biol. (Paris) 1956, 150, 1307.

26 - HURLEY P.J.

Patent foramen ovale demonstrated by lung scanning.
J. Nucl. Med. 1972, 13, 177.

27 - ISAWA T., WASSERMAN K., TAPLIN G.V.

Variability of lung scans following pulmonary embolization. A concept of regionel pulmonary ischemia of functional origin.
Amer. Rev. Resp. Dis. 1970, 101, 207.

28 - ISAWA T., BENFIELD J.R., JOHNSON D.L.E., TAPLIN G.V.

Pulmonary perfusion changes after experimental Unilateral bronchial Occlusion and their clinical implications.
Radiology, 1971, 99, 355.

29 - JAMES A.E. JR, CONWAY J.J., CHANG C.H., COOPER, M., WHITE R.I., STRAUSS H.W.

The Fissure Sign. Its multiple causes.
Amer. J. Roentgen 1971, 111, 492.

30 - LIN C.Y.

Lung Scan in cardiopulmonary disease.
1.Tetralogy of Fallot.
J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1971, 61, 370.

31 - Mac PHERSON R.I., CUMMING G.R., CHERNICK V.,

Unilateral hyperlucent lung. A complication of viral pneumonia.
J. Canad. Ass. Radiol. 1969, 20, 225.

32 - MAUNEY F.M. JR , SABISTON D.C. JR

The role of pulmonary scanning in the diagnosis of congenital lobar emphysema.
Amer. Surg. 1970, 36, 20.

33 - MEDINA J.R., LILLE HEI J.P., LOKEN M.K., EBERT R.V.

Use of the scintillation Anger Camera and Xenon Xe 133 in the study of chronic obstructive lung disease.
J. Amer. Med. Ab. 1969, 208, 985.

34 - MIGUERES J., GAUBERT J., JOVER A., SERRES P., GUIRAUD P., LUCOT H., VETILLA R.

Apport de la scintigraphie pulmonaire (Scanning-Gamma-Caméra) à l'étude du retentissement respiratoire des scolioses graves de l'adolescent et de l'adulte jeune.
J. Franc. Med. Chir. Thorc. 1972, 26, 89.

35 - MISKIN Fr.S., WAGNER H.V.

Regional distribution of pulmonary arterial blood flow in acute asthma.
J. Amer. Med. Ass. 1968, 203, 115.

36 - PATTI A., LOPRESTI T., GUARNACCIA C., GERACI E.

La distribuzione verticale del flusso sanguigno polmonare in rapporto, allo stato di espansione del polmone.
Boll. Soc. Ital. Biol. Sper. 1968, 44, 1864.

37 - PAYFA M., YERNAULT J.C.

Essai d'interprétation de l'image scintigraphique pulmonaire en noir et blanc.
Acta Tuberc. Belg. 1969, 60, 27.

38 - PENDARVIS B.C., SWISCHUK L.E.

Lung scanning in the assessment of respiratory disease in children.
Amer. J. Roentgen. 1969, 107, 313.

39 - PIEPSZ A.

La scintigraphie en Pédiatrie.
Acta Paediat. Belgica 1970, 23, 385.

40 - POTCHEN E.J.

Lung scintiscanning.
J. Amer. Med. Ass. 1968, 204, 155.

41 - RAVASINI R., SARTORELLI C., FASOLI G.

Considerazioni radiologiche sull emodinamica del sequestro polmonare intralobare.
Quad. Radiol. 1968, 33, 525.

42 - RHODES B.A., STERN H.S., BUCHANAN J.A., ZOLLE I., WAGNER H.N.

Lung Scanning with 99 m - Tc Microspheres.
Radiology - 1971, 99, 613.

43 - ROBINSON A.E., GOODRICH J.K., SPOCK A.

Inhalation and perfusion radionuclide studies of pédiatric chest disease.
Radiology. 1969, 93, 1123.

44 - ROSENTHALL L.

Combined inferior vena cavography, iliac venography, and lung imaging with ^{99m}Tc albumin macro-agregates
Radiology, 1971, 98, 623.

45 - SAMANEK M., HOUSTEK J., VAVROVA V., RUTH C., SNOBL O.

Distribution of pulmonary blood flow in children with cystic. fibrosis.
Acta Paediat. Scand. 1971, 60, 149.

46 - SCHAWOHL P., HENNIG K., THOMAS E.

Aspects bronchologiques d'une hypertransparence unilatérale du poumon par hypoplasie de l'artère pulmonaire.
Bronches 1970, 20, 404.

47 - SCHAWOHL P., HENNIG K., THOMAS E.

Diagnostische Ergebuisse bei der Hypoplasie der Arteria pulmonalis.
Dtsch Gesundheitsw. 1971, 26, 384,
(compte-rendu en anglais).

48 - SIMON K.

Du Primärtuberculose in lungen scintigramm.
Prax. Pneumol. 1970, 24, 479.
(compte-rendu en français).

49 - TAPLIN G.V., POE N.D.

A dual lung scanning. Technique for évaluation of pulmonary function.
Radiology, 1965, 85, 364.

50 - TAPLIN G.V., DORE E.K., JOHNSON E.E.

Suspensions of radioalbumin aggregates for photoscanning the liver, spleen, lung and other organs.
U.S. A.E.C. Report UCLA Schweiz. med. lab. Nucl. Med.
Nov. 1963, 519, 39.

51 - TAUXE W.N.

Digital computer processing of radioisotope scintiscan matrices.
J. Amer. Med. Ass. 1968, 205, 85.

52 - TEFFT M.

More common radionuclide examinations in children.
Indications for use with a discussion of radiation dose received.
Pediatrics - 1971, 48, 802.

53 - VERNEJOUL P. (de), RUFF Fr., EVEN Ph., KELLERSHOHN Cl., BROUET G.

La scintigraphie pulmonaire. Apport du Technetium 99 m à la multiplication des incidences.
Presse Méd. 1967, 75, 2757.

54 - WAGNER H.N., SABISTON D.C., IIO M., Mc AFEE J.G., MEYER J.K., LANGAN J.K.

Regional pulmonary blood flow in man by radioisotope scanning.
J. Amer. Med. Ass. 1964, 187, 601.

55 - WESLEY J.R., Mac LEOD W.M., MULLARD K.S.

Evaluation and surgery of bullous emphysema.
J. Thorac. Cardio vasc. Surg. 1972, 63, 945.

56 - WHITE Ph., HAYES M., BENFIELD J.R.

Combined liver lung scanning in the management of subdiaphragmatic abscess.
Amer. J. Surg. 1972, 124, 143.

57 - WIEDERMANN M., VOLEJNIK J., VYHNALEK J, SERY Z., VOJTEK V.

Experiences with pulmonary scintigraphy in children
cesk. Pediat. 1971, 26, 287. (compte-rendu en anglais).

58 - ZAPPALA M., LORETTO C. , MUSUMECI S., BERITELLI F.

Lo studio della vascolarizzazione nelle displasie polmonari. Confronto tra quadri angiografici e scintigrafici.
Minerva Pediat. 1968, 21, 1359.

59 - ZUBOWSKII G.A., SERGEEV V.M., KALDIN M.I., SPIRIDONOVA L.P., GVOZDEV N.A.

The diagnostic possibilities of the scintipneunography method in chronic non spécific pulmonary diseases in children.
Vestn. Khir. Grekov. 1972, 108, 101. (compte-rendu en anglais).

Vu, le Président de Thèse

M. le Professeur GERBEAUX

Vu, le Doyen de la Faculté

XAVIER BICHAT

M. le Professeur BAUMANN

Vu et Permis d'imprimer

Le Recteur de l'Académie de Paris

R. MALLET